

Aus dem Institut für Anästhesiologie der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Beeinflussung kardiovaskulärer Parameter
durch Plexus solaris-Blockade beim Hund

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Wolfgang Mayer
aus Ludwigshafen/Rh

Mainz 1975

Aus dem Institut für Anästhesiologie der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Beeinflussung kardiovaskulärer Parameter
durch Plexus solaris-Blockade beim Hund

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Wolfgang Mayer
aus Ludwigshafen/Rh

Mainz 1975

Fachbereichsdekan: Prof.Dr. Wolf
Referent: Prof.Dr. H.U.Gerbershagen
Korreferent: Prof.Dr. R.Frey



	Seite
A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	2
B. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	5
I. Einführung	5
1. Anatomie und Physiologie des Plexus solaris	5
2. Verlauf und Funktion der A.mesen- terica superior	6
II. Versuchsaufbau	8
1. Die Messung der Durchblutung der A.mesenterica superior	8
2. Die Messung des Herzzeitvolumens	9
3. Die Messung des Blutdruckes	11
III. Versuchsanordnung	11
IV. Versuchsdurchführung	13
V. Ergebnisse	14
VI. Statistische Auswertung	16
C. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	25
D. SCHLUSSFOLGERUNGEN	27
E. ZUSAMMENFASSUNG	28
F. LITERATURÜBERSICHT	29

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Blockade des Plexus solaris mit Lokalanästhetika ist heute eine routinemäßige Behandlungsmethode in der Schmerztherapie (49).

Im Jahre 1914 wurde die Blockade der Nn.splanchnici (von dorsal) durch Kappis in die Anästhesie eingeführt (66,67). Braun und Löwen (15) entwickelten danach die Technik der ventralen Splanchnicusblockade, die den Vorteil hatte, daß sie während der Operation, unter Sicht einfacher und komplikationsärmer durchgeführt werden konnte (38,39).

Durch die Vervollkommnung der modernen Narkosetechniken hat sich im Laufe der Zeit der Indikationsbereich für die Plexus solaris-Blockade gewandelt. Heute wird sie nur noch selten zur Vermeidung der Allgemeinnarkose in der Bauchchirurgie in Kombination mit Interkostalblockaden bei stark gefährdeten Risikopatienten angewandt (104).

Zahlreiche Autoren beschreiben die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete: Ileus (27,68,96,121), Kardiospasmus, peptisches Ulcus (47,121), Megacolon (114,121), gegebenenfalls als Test vor einer eventuellen Resektion der Nn.splanchnici und des Ggl.coeliacum (87,121,123), viscerale Schmerzen und Spasmen unklarer Genese (107, 121), akute und chronische Pankreatitis (25,54,127,136, 142), Prophylaxe der postoperativen Pankreatitis (134), intractable Schmerzzustände bei malignen Tumoren im Abdominalbereich (7,13,31,69,131).

Nebenwirkungen und Komplikationen nach Blockade des Plexus solaris sind selten, können aber gefährlich sein. Es werden beschrieben: Regelmäßig mittelstarke

Blutdrucksenkungen (8,13,16,38,39,67,68,69,121,123), massive Ausschüttung von Nebennierenhormonen (69), gelegentlich schwere Kollapserscheinungen (27,56), Diarrhoen (69) und Wärmeempfindungen (10,11,12,52, 66,87,126).

Es wurden Todesfälle beschrieben (27,61), die jedoch auf fehlerhafte Technik und mangelnde Überwachung des Patienten nach der Blockade zurückgeführt werden können.

Beim Einstich vom Rücken her besteht eine erhöhte Gefahr der intravasalen oder intrathekalen Injektion (15,37,69). Bei Dauerblockaden mit Alkohol wurden schwerste orthostatische Kollapserscheinungen, Bewußtseinsstörungen und Delirien beschrieben (13,56).

Über die Ursachen der unterschiedlichen Nebenwirkungen werden in der Literatur widersprüchliche Angaben gemacht.

Große Meinungsverschiedenheiten herrschen zum Beispiel über die Wirkung einer Plexus solaris-Blockade auf die Durchblutung im Bauchraum. Einerseits erscheint es einleuchtend, daß eine Ausschaltung der vaso-konstriktorischen Sympathikusfasern für eine Zunahme der Durchblutung im Abdominalbereich verantwortlich ist (16,59,70,84,92,93,94,104,121,123,141), andererseits wird auch häufig von Durchblutungsabnahme, ja sogar von Ischämien mit Nekrosen nach Blockaden oder Resektionen von sympathischen Fasern berichtet (10, 11,12,52,66,81,88,126).

Nahezu alle Autoren schließen fehlerhafte Technik bei der Blockade als Ursache der Nebenwirkungen aus.

Die Blockade des Plexus solaris mit Lokalanästhetika und/oder Neurolytika wird in zunehmendem Maß in der Therapie von Abdominalschmerzen durchgeführt. Die Art und das Ausmaß der vasculären Nebenwirkungen sind unklar und widersprüchlich.

Daher soll in dieser Arbeit das Verhalten des Herzzeitvolumens, die Durchblutung der A. mesenterica superior und die Beeinflussung des systemischen Blutdrucks durch Plexus solaris-Blockade beim Hund untersucht werden.

B. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Einführung

1. Anatomie und Physiologie des Plexus solaris

Als Plexus solaris bezeichnet man ein Nervengeflecht, das sich um die Ursprünge des Truncus coeliacus und der A.mesenterica superior erstreckt und in seiner Form sehr variabel ist (29,78,123,130,141). Es reicht lateral bis zu den Nebennieren, kranial bis zum Hiatus aorticus und kaudal bis zu den Wurzeln der Aa.renales (123,130).

Der Plexus solaris enthält Nervenfasern und Nervenzellen, die zu den prävertebralen Ganglien des vegetativen Nervensystems gehören: Das Ganglion coeliacum, im Zentrum des Plexus gelegen, das Ganglion mesenterium superius und das Ganglion aorticorenale (29,78,79,141).

Der Plexus solaris erhält efferente sympathische Nervenfasern aus den Nn.splanchnici major und minor, parasympathische Fasern aus den Bauchästen des Truncus ventralis und dorsalis des N.vagus und einige sympathische Fasern aus den kaudalen Brustganglien und den kranialen Lendenganglien des Grenzstranges (123,130,141).

Den Plexus solaris verlassen Fasern, welche die periarteriellen vegetativen Geflechte bilden. Diese ziehen mit den entsprechenden Arterien zu Leber, Milz, Pankreas, Niere, Nebenniere, Dünndarm, Colon ascendens und den proximalen 2/3 des Colon transversum (24,123,141).

Weiterhin gehen aus dem Plexus solaris afferente

viscerosensible Fasern in die Nn.splanchnici und von dort über die Radix dorsalis zu den vegetativen Zentren des Zentralnervensystems (1,37,50,78). Bei einer Blockade des Plexus solaris zur Schmerzbekämpfung sollen diese Fasern ausgeschaltet werden.

2. Verlauf und Funktion der A.mesenterica superior

Die A.mesenterica superior entspringt aus der Aorta abdominalis etwa 2cm unterhalb des Truncus coeliacus vor dem ersten Lendenwirbelkörper. Sie verläuft zunächst hinter dem Pankreas, dann durch die Incisura pancreatis, überlagert den Processus uncinatus pancreatis und läuft dann ventral von der Pars inferior duodeni zwischen die beiden Blätter des Mesenteriums (91,95,101).

Die Arterie verläuft in der Achse des Mesenteriums der Darmschleife zusammen mit der V.mesenterica superior (130). Beide sind mit derbem Bindegewebe bedeckt, in das Lymphgefäße, Lymphknoten und die begleitenden Nervenfasern eingelagert sind (95).

In ihrem Verlauf gibt die A.mesenterica superior folgende Äste ab: Die A.pancreaticoduodenalis inferior, die Aa.jejunales, die Aa.ilei, die A.ileocolica, die A.appendicularis, die A.colica dextra und die A.colica media (5,101,120).

Mit diesen Ästen versorgt die A.mesenterica superior den Darm von der unteren Duodenumhälfte bis zur Flexura coli sinistra. Im Bereich des Colon bilden die versorgenden Arterien einen Gefäßbogen, der proximal mit der A.mesenterica

superior, distal mit der A.mesenterica inferior anastomosiert (5,91,95,101,120).

Die A.mesenterica superior wird von einem Geflecht vegetativer Nervenfasern umhüllt, das mit dem Plexus solaris in Verbindung steht (55). Für die Regulation ihrer Durchblutung soll der Tonus der sympathischen vasokonstriktorischen Fasern allein verantwortlich sein (78,83,109).

Die Durchblutung der Arterie ist starken Schwankungen unterworfen, besonders in Abhängigkeit von der Nahrungsaufnahme (18,19). So führt beim Hund eine Fütterung bereits nach 5-15 Minuten zu einem Anstieg der Mesenterialdurchblutung, der nach 30-90 Minuten sein Maximum erreicht (115-300% des Ausgangswertes!) und nach 3-7 Stunden auf seinen ursprünglichen Wert zurückgeht (132). Auch die intravenöse Injektion von Glukagon kann die Durchblutung der A.mesenterica superior erheblich steigern (57,129).

Aufgrund dieser Tatsachen dürften die Angaben über die normale Durchblutung der Arterie beim Hund (ausgedrückt in Prozent des Herzzeitvolumens) so stark voneinander abweichen:

20% (2), 35% (Gesamtdurchblutung des intestinaltrakts)(4), 7,5-14,6% (18), 10,7% (26), 8,7% (63), 8-14% (108).

II. Versuchsaufbau

1. Die Messung der Durchblutung der A.mesenterica superior

Erstmals wurden in den Jahren 1936 und 1937 Methoden beschrieben, die mit Hilfe von elektromagnetischen Induktionsströmen am freipräparierten, uneröffneten Blutgefäß exakte Meßwerte der Durchblutung lieferten (74,139).Kolin (74) gibt für seine Methode eine Genauigkeit an, die es erlaubt, Durchblutungsschwankungen bis zu einem Prozent der Gesamtdurchblutung zu registrieren.

Diese Durchblutungsmessungen nach Kolin und Wetterer (140) basieren auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion: Wenn ein elektrischer Leiter durch ein magnetisches Feld bewegt wird, entsteht ein Induktionsstrom, der proportional der Anzahl der magnetischen Kraftlinien pro Zeiteinheit ist.Bei der angeführten Methode wird ein Magnet um das freipräparierte Blutgefäß gelegt ("flow-probe") und der Induktionsstrom durch die Bewegung der Plasmaionen des Blutes hervorgerufen (112,124,140) (siehe auch Abb. 1 Seite 8a).

Die unblutige Durchblutungsmessung von Arterien und Venen mit solchen elektromagnetischen Durchblutungsmessern ("flow-probes"und "flow-meters") hat sich zu einem Routineverfahren hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit entwickelt (20,40,51, 57,75,82,124).

Die Methode wird hauptsächlich in der experimentellen Medizin im Tierversuch angewandt (4,18,19,

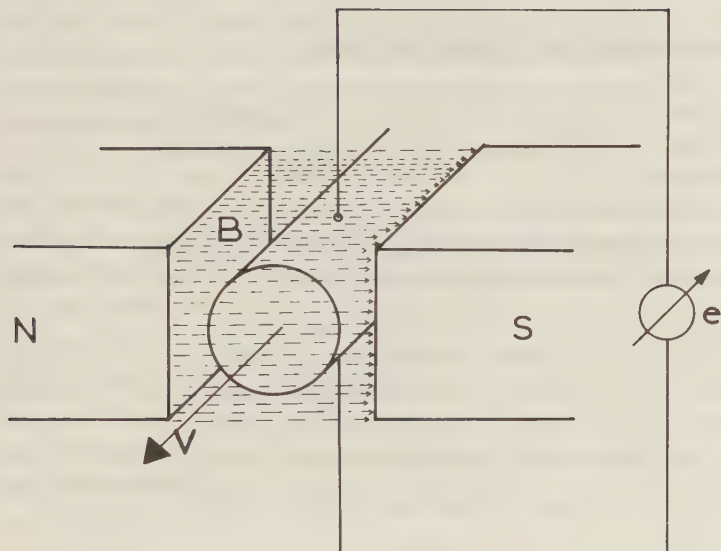


Abb.Nr. 1 : Die induzierte Spannung e ist proportional der Stärke des Magnetfeldes B , der Geschwindigkeit des Blutes v und dem Gefäßdurchmesser d . Die Größen B und d sind Konstante; somit gilt: e ist proportional v , das heißt die Durchblutung eines Gefäßes läßt sich bestimmen indem die induzierte Spannung e gemessen wird (20,112).

21,26,43,44,48,75,90,108,111,115,116,128,129,133, 143), aber auch am Menschen, zum Beispiel in der Kreislaufdiagnostik (14).

2. Die Messung des Herzzeitvolumens

Zur Bestimmung des Herzzeitvolumens am uneröffneten Thorax stehen heute drei bewährte Methoden zur Verfügung:

1. Die Eigengasmethode nach Fick
2. Die Farbstoffverdünnungsmethode nach Hamilton
3. Die Thermodilutionsmethode nach Fegler

Im Jahre 1870 gab Fick (35) als erster eine zuverlässige Methode zur Berechnung des Herzzeitvolumens an, die auf der Bestimmung der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz und der Messung der aufgenommenen Sauerstoffmenge beruht.

Das Herzminutenvolumen errechnet sich nach der Formel (35):

$$\text{HMV} = \frac{\text{O}_2\text{-Aufnahme (ml/min)} \cdot 100}{\text{arteriovenöse O}_2\text{-differenz (Vol.\%)}$$

Stewart (125) und Hamilton und Mitarbeiter (58) beschreiben die Farbstoffverdünnungsmethode:

Ein Farbstoff, der in einer bestimmten Menge in eine Vene injiziert wird, kann in einer Arterie zuerst in steigender, dann in fallender Konzentration nachgewiesen werden. Aus der Kurve der Farbstoffkonzentrationen kann durch Integration das Herzzeitvolumen errechnet werden (28,58,62, 89,108,125,135).

Die Thermodilutionsmethode nach Fegler

baut auf den gleichen Prinzipien wie die Farbstoffverdünnungsmethode auf, nur wird als Indikator eine Salzlösung niedriger Temperatur injiziert (33, 34, 105). Die Methode ist in ihrer Genauigkeit der Fick'schen und der Farbstoffverdünnungsmethode gleichzusetzen. Dies wurde in vergleichenden Untersuchungen nachgewiesen (30, 32, 53, 60, 71, 97, 110, 117, 118).

Der Vorteil der Thermodilutionsmethode gegenüber der Farbstoffverdünnungsmethode und dem Fick'schen Prinzip besteht in der Möglichkeit, nahezu uneingeschränkt Wiederholungen der Herzzeitvolumenmessungen durchführen zu können (33, 42, 71, 99, 106).

Mit Hilfe eines Vena cava-Katheters wird vor das rechte Atrium eine Menge v_i einer physiologischen Kochsalzlösung mit der Temperatur T_i injiziert. Im Aortenbogen mißt eine Thermosonde fortlaufend die Bluttemperatur T_b . Das Herzminutenvolumen berechnet sich dann wie folgt:

$$HMV = \frac{v_i \cdot s_i \cdot c_i \cdot (T_b - T_i) \cdot 60}{s_b \cdot c_b \cdot \int_0^{\infty} \Delta T_b(t) dt} \quad (\text{ml/min})$$

v_i = Menge der injizierten NaCl-Lösung in ml

s_i = spezifisches Gewicht der NaCl-Lösung

T_i = Temperatur der NaCl-Lösung

s_b = spezifisches Gewicht des Blutes

T_b = Temperatur des Blutes

c_i = spezifische Wärme der NaCl-Lösung

c_b = spezifische Wärme des Blutes

$\int_0^{\infty} \Delta T_b(t) dt$ = Fläche unter der Temperatur-Zeit-Kurve in Grad C $\cdot$ sec

(33, 45, 46, 53, 64, 71).

Zur Routinemethode wurde die Bestimmung des Herzzeitvolumens nach Fegler durch die Entwicklung eines Rechengengerätes, welches nach Anschluß an die Thermosonde das Herzminutenvolumen etwa 10 Sekunden nach Injektion der Kältelösung direkt anzeigt (102, 119, 122).

Die Thermodilutionsmethode hat eine weite Anwendung in der Humanmedizin gefunden (65, 72, 73, 77, 103, 105, 117, 138).

3. Die Messung des Blutdruckes

Um den Blutdruck während der Versuche jederzeit exakt messen zu können, muß eine Sonde in den Aortenbogen vorgeschoben und mit einem Drucküberträger verbunden werden, der die Meßwerte auf einem Trägerfrequenzverstärker zur Darstellung bringt.

III. Versuchsanordnung

Die Versuche wurden an 9 Hunden beiderlei Geschlechts, mit einem Gewicht zwischen 6 und 13 kg (Durchschnittsgewicht = 8,44 kg) durchgeführt. Die Tiere wurden durch eine intravenöse Injektion von Brevimytal^R (20-50 mg/kg Körpergewicht) narkotisiert, mit Succinylcholin (1mg/kg Körpergewicht) relaxiert und anschließend intubiert. Die Narkose wurde aufrechterhalten durch ein Lachgas-Sauer-

stoffgemisch im Verhältnis 4:1. Der CO₂-Gehalt der Expirationsluft wurde laufend kontrolliert.

Am Thorax wurde ein EKG abgeleitet (nach Schellong), dieses auf einem Oszillographen (Fa. Electronics for Medicine, White Plains, NY, USA) dargestellt und die Herzfrequenz angezeigt.

Die Versuchstiere wurden an eine Tropfinfusion mit Ringer-Lactat angeschlossen (2ml/min).

Die Laparatomie wurde durch einen Medianschnitt mit einem Elektrokauter ausgeführt. Die A. mesenterica superior wurde aufgesucht und unter größtmöglicher Schonung der begleitenden Nerven mit einer stumpfen Klemme freipräpariert. Anschließend wurde eine "flow-probe" passender Größe (2,2-4mm Innendurchmesser) ausgewählt (Fa. Statham Instruments, Oxnard, Cal, USA), etwa 1-1,5cm vom Abgang der A. mesenterica superior aus der Aorta abdominalis angelegt und mit einem "flow-meter" (Typ M 4001, Fa. Statham Instruments, Oxnard, Cal, USA) verbunden.

Durch Abklemmen der Arterie und gleichzeitige Kontrolle des dadurch verursachten Nullflows an einem Oszillographen (Fa. Electronics for Medicine, White Plains, NY, USA) wurden die "flow-probe" und das "flow-meter" auf Null geeicht. Die "flow-probe" wurde dann durch Nähte im Abdomen so fixiert, daß die ungehinderte, maximale Perfusion der Arterie gewährleistet war. Dies konnte ebenfalls über den am Oszillographen dargestellten Arterienpuls kontrolliert werden.

Anschließend wurden in der rechten Axilla die A. und V. axillaris dextra mit stumpfer Klemme

freipräpariert. In die Arterie wurde zur Blutdruckmessung ein Katheter eingeführt und bis in den Aortenbogen vorgeschoben. Dieser Katheter wurde mit einem Drucküberträger (Fa. Statham Instruments Oxnard, Cal, USA) verbunden, der die Meßwerte über einen Trägerfrequenzverstärker (Fa. Electronics for Medicine, White Plains, NY, USA) zur Darstellung brachte.

In die V. axillaris dextra wurde ebenfalls ein Katheter eingelegt und bis zum rechten Atrium vorgeschoben. Über diesen Katheter erfolgte später die Injektion der eiskühlten Kochsalzlösung zur Bestimmung des Herzzeitvolumens mit Hilfe der Thermodilutionsmethode nach Fegler.

Über die A. axillaris sinistra wurde eine Thermo-sonde (Fa. A. Fischer, Göttingen) in den linken Ventrikel vorgeschoben. Die Sonde wurde an ein Rechengerät zur Bestimmung des Herzminutenvolumens angeschlossen (Typ HZV/BN 6560, Fa. A. Fischer Göttingen). Eichungen wurden nach Standardverfahren durchgeführt.

IV. Versuchsdurchführung

Die Meßreihen wurden folgendermaßen durchgeführt:

Drei Milliliter (3ml) physiologische Kochsalzlösung mit einer Temperatur von 0°C wurden über den Katheter in das rechte Atrium injiziert. Auf ein akustisches Signal hin rechnete das HZV-gerät. Zu diesem Zeitpunkt wurden Herzfrequenz, Blutdruck und Flowwert abgelesen und zusammen mit dem er-

rechneten Herzminutenvolumen tabellarisch registriert. So wurden in einer Zeit von 15-20 Minuten vor der Blockade des Plexus solaris mindestens fünf Kontrollmessungen durchgeführt.

Nach den Kontrollmessungen wurde der Plexus solaris mit Mepivacain (5ml, 1%, ohne Vasokonstriktoren-zusatz) blockiert. Hierzu wurde von ventral lateral des ersten Lendenwirbelkörpers durch das Peritoneum gestochen und unter sorgsamster Beachtung der hier verlaufenden großen Gefäße in Höhe TH 12 und L 1 links und rechts der Wirbelsäule insgesamt 5ml Mepivacain injiziert.

Nun wurden die Baueingeweide sorgfältig in ihre alte Lage gebracht und die ungehinderte, maximale Perfusion der A.mesenterica superior wiederum mit Hilfe des am Oszillographen aufgezeichneten Arterienpulses kontrolliert.

Anschließend wurde sofort mit der zweiten Meßreihe begonnen, die auf die gleiche Art und Weise wie die Kontrollmessungen bis zu 30 Minuten nach der Blockade durchgeführt wurde.

V. Ergebnisse

1. Die Herzfrequenz

Die durchschnittliche Herzfrequenz lag bei diesen Untersuchungen vor den Blockaden des Plexus solaris zwischen 140 und 208 Schlägen/min. Nach den Blockaden sank bei allen Versuchstieren die Herzfrequenz deutlich ab. Es wurden dann Durchschnittswerte zwischen 98 und 203 Schlägen/min festgestellt. Im Schnitt

war eine Abnahme um 15,8 Schläge/min nach den Blockaden vorhanden.

2. Der arterielle systolische Druck

Vor den Blockaden lagen die Durchschnittswerte für den arteriellen systolischen Druck zwischen 94,5 und 125 mmHg. Unmittelbar nach den Plexus solaris-Blockaden sackte der Blutdruck in allen Fällen deutlich ab. Die Durchschnittswerte lagen dann zwischen 55,8 und 96,5 mmHg. Der kleinste Abfall der Durchschnittswerte betrug 10 mmHg (Versuch 6), der größte 62,5 mmHg (Versuch 2). Im Schnitt nahm der Blutdruck um 33,6 mmHg ab.

3. Das Herzminutenvolumen

Die Durchschnittswerte für das Herzminutenvolumen lagen bei den Kontrollmessungen zwischen 1,997 l/min und 2,608 l/min; nach der Blockade zwischen 2,0517 l/min und 2,8925 l/min. Die Veränderungen der Durchschnittswerte waren von Versuch zu Versuch unterschiedlich; es gab Abweichungen nach oben (4 mal) wie nach unten (5 mal) , die sich jedoch in engen Grenzen hielten. Im Schnitt verringerte sich das Herzminutenvolumen nach den Blockaden um 0,0678 l/min.

Die in diesen Untersuchungen ermittelten Werte für das Herzminutenvolumen lagen zumeist zwischen 2 und 3 l/min, was mit den Ergebnissen anderer Autoren übereinstimmt (85,103,117).

Gelegentlich etwas stärker streuende Meßergebnisse (vor allem wie in Versuch 4 und 9) können entstehen, wenn bei einer Messung die Injektion der Kältelösung zufällig während verschiedener Phasen

der Herzaktivität erfolgt (65) .

4. Die Absolutdurchblutung der A. mesenterica sup.

Vor den Plexus solaris-Blockaden lag die durchschnittliche Absolutdurchblutung der A.mesenterica superior bei den 9 Versuchen zwischen 270 ml/min und 531 ml/min. Sie sank sofort nach der Blockade bei allen Versuchen rapide ab und hatte nach 15 Minuten Werte zwischen 30 ml/min und 360 ml/min erreicht (Aus technischen Gründen konnte in 3 Versuchen der 15 min-Zeitpunkt nicht eingehalten werden. Es wurden hier die nächstliegenden Werte verarbeitet). Die Abnahme der Absolutdurchblutung betrug im Schnitt 202,795 ml/min.

5. Die Durchblutung der A. mesenterica superior in Prozent des Herzminutenvolumens

Bei den Kontrollmessungen lag die Durchschnittsdurchblutung der A. mesenterica superior ausgedrückt in Prozent des Herzminutenvolumens zwischen 11,06% und 23,53%. Unmittelbar nach den Plexus solaris-Blockaden sank sie in allen Versuchen auf Werte zwischen 2,88% und 14,91%. Im Schnitt betrug die Abnahme 8,065%-Punkte. Die ermittelten Werte der Kontrollmessungen stehen im Einklang mit allen aufgeführten Autoren (2,4,18,26,63,108).

VI. Statistische Auswertung

Bei jedem Versuch wurden die Werte für die Herzfrequenz, den arteriellen systolischen Druck, das Herzzeitvolumen, die Absolutdurchblutung der A.mesenterica superior und die Durchblutung der

A.mesenterica superior in Prozent des Herzzeitvolumens vor und nach der Blockade des Plexus solaris registriert. Diese Werte wurden zeichnerisch für jeden einzelnen Versuch einander gegenübergestellt (Abb.Nr.: 2 - 10; Seite 18a-18i).

In einer weiteren graphischen Darstellung wurden die Durchschnittswerte der neun Versuche für die Herzfrequenz, den arteriellen systolischen Druck, das Herzminutenvolumen, die Absolutdurchblutung der A.mesenterica superior und die Durchblutung der A.mesenterica superior in Prozent des Herzminutenvolumens vor und nach der Blockade verglichen (Abb.Nr.: 11- 15; Seite 19a-19e).

Bei der weiteren (quantitativ) statistischen Auswertung wurde untersucht, ob die Differenzen der Wertepaare der Durchschnittswerte von Herzfrequenz, arteriellem systolischen Druck, Herzminutenvolumen, Absolutdurchblutung der A.mesenterica superior und Durchblutung der A.mesenterica superior in Prozent des Herzminutenvolumens vor und nach Blockade des Plexus solaris sich mehr als zufällig von Null unterscheiden. Bei der Absolutdurchblutung wurden die Durchschnittswerte vor der Blockade den Werten 15 Minuten nach Blockade gegenübergestellt.

Diese Berechnungen wurden durchgeführt mit Hilfe des t-Tests für korrelierende Stichproben.
(Seiten 20 - 24)

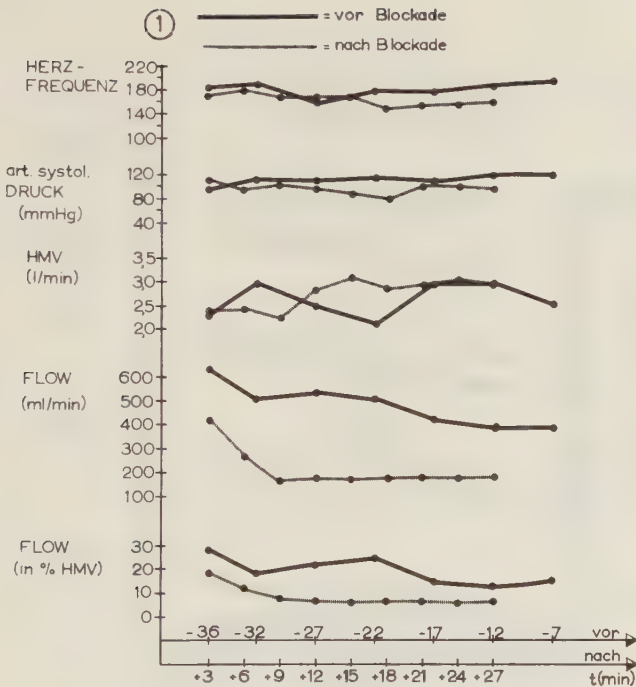


Abb.Nr. 2 : VERSUCHSTIER 1 . Gegenüberstellung der Meßwerte vor der Blockade (durchgezogene Linie) und nach der Blockade (unterbrochene Linie). Herzfrequenz und arterieller systolischer Druck sind deutlich abgesunken. Beim Herzminutenvolumen läßt sich keine Aussage über eine Veränderung treffen. Dagegen zeigt sich eine starke Abnahme der Absolutdurchblutung der A.mesenterica superior und der Durchblutung der A.mesenterica sup. ausgedrückt in Prozent des Herzminutenvolumens.

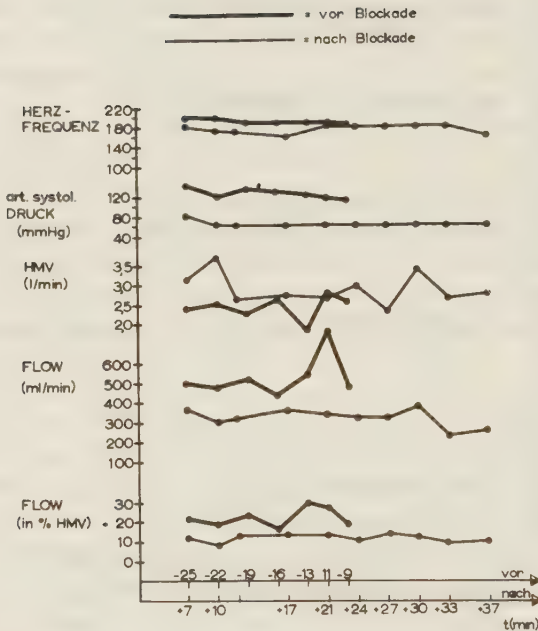
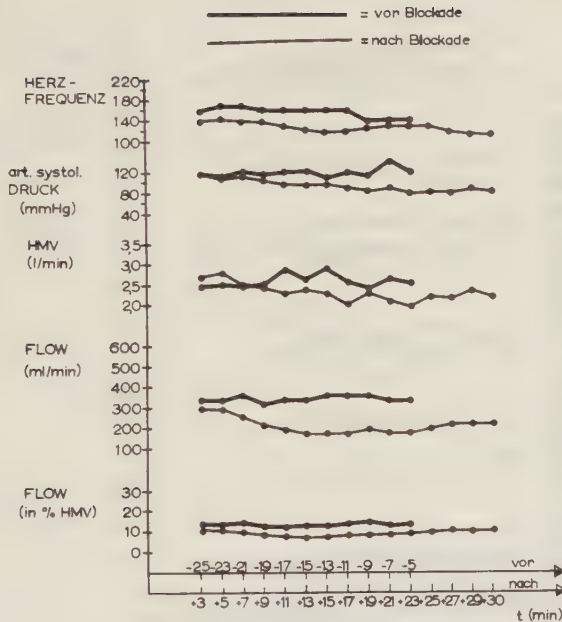


Abb.Nr. 3 : VERSUCHSTIER 2 . Verhalten der Meßreihen vor Blockade des Plexus solaris (durchgezogene Linie) und danach (unterbrochene Linie). Erkennbar ein deutliches Absinken der Herzfrequenz und ein sehr starkes Absacken des arteriellen systolischen Druckes. Das Herzminutenvolumen hat sich hier nach der Blockade leicht erhöht. Eine starke Verminderung der Absolutdurchblutung der A.mesenterica sup. sowie der prozentualen Durchblutung der Arterie vom Herzminutenvolumen ist zu sehen.



**Abb.Nr. 4 : VERSUCHSTIER 3 . Veränderung der Meß-
 ergebnisse nach Plexus solaris-Blockade (unterbrochene
 Linie). In diesem Versuch ist bei allen Meßreihen
 ein Absinken der Werte nach der Blockade festzu-
 stellen. Besonders auffällig ist dies bei der Absolut-
 durchblutung der A.mesenterica superior.**

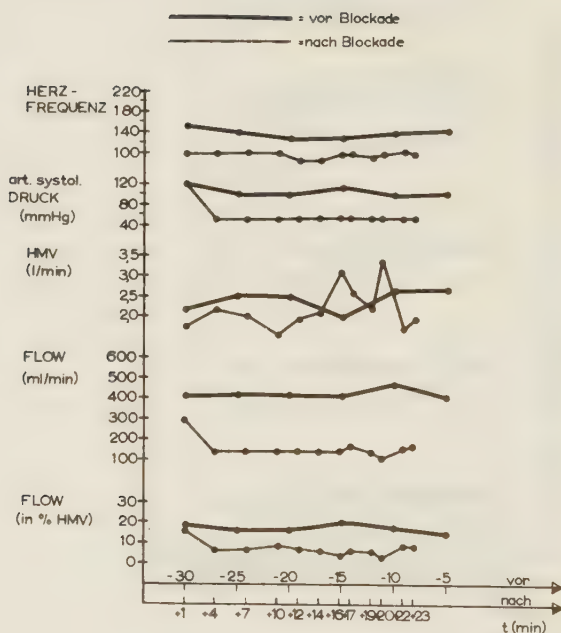


Abb.Nr. 5 : VERSUCHSTIER 4 . Vergleich der Meßwerte vor (durchgezogene Linie) und nach Blockade des Plexus solaris (unterbrochene Linie). Es zeigt sich ein starkes Absinken der Herzfrequenz und des arteriellen systolischen Drucks. Das Herzminutenvolumen liegt in den ersten 16 Minuten nach Blockade unter den Werten der Kontrollmessungen, steigt dann jedoch wieder an. Die Flowmessungen signalisieren eine starke Abnahme der Mesenterialdurchblutung.

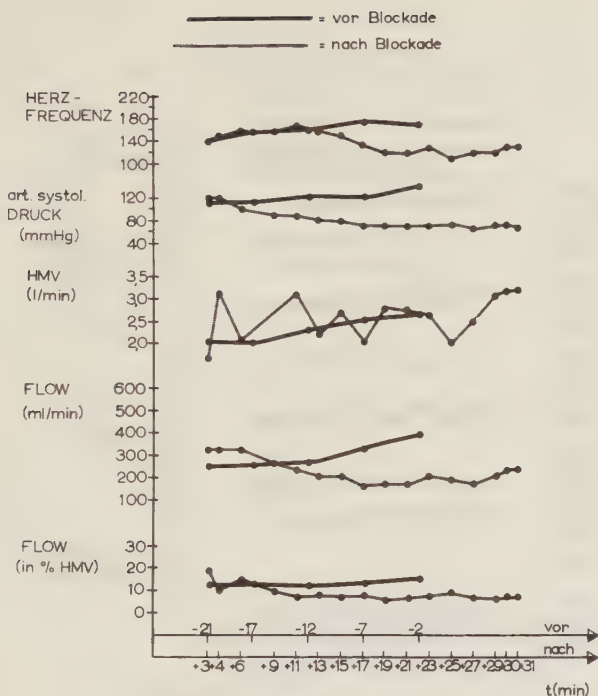


Abb.Nr. 6 : VERSUCHSTIER 5 . Betrachtung der Meßreihen vor der Blockade (durchgezogene Linien) und danach (unterbrochene Linien). Bis auf die Werte des Herzminutenvolumens, über deren Veränderung sich keine Aussage machen läßt, zeigen alle Meßreihen klar niedrigere Werte als vor der Blockade. Besonders fällt ein starker arterieller systolischer Blutdruckabfall auf, sowie die große Abnahme der Absolutdurchblutung der A.mesenterica sup., die hier allerdings erst 9 Minuten nach der Plexus solaris-Blockade auftritt.

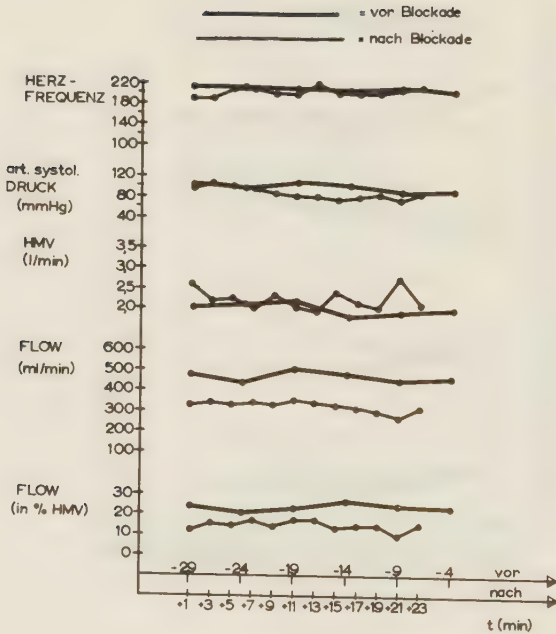


Abb.Nr. 7 : VERSUCHSTIER 6 . Darstellung der Meßreihen vor (durchgezogene Linien) und nach der Blockade (unterbrochene Linien). Eine leichte Abnahme der Herzfrequenz und des Blutdrucks nach Blockade ist zu sehen. Über eine eindeutige Änderung des Herzminutenvolumens läßt sich keine Aussage treffen. Die Mesenterialdurchblutung dagegen ist auch hier deutlich zurückgegangen.

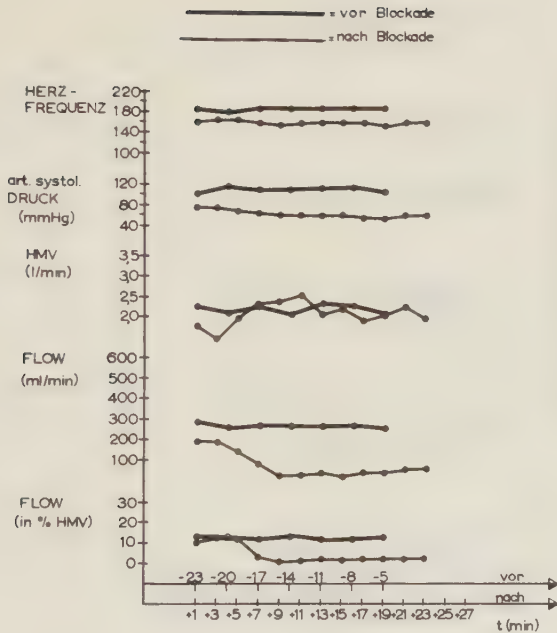


Abb.Nr. 8 : VERSUCHSTIER 7 . Aufzeichnung der Meßreihen vor Blockade des Plexus solaris (durchgezogene Linien) und danach (unterbrochene Linien). Bis auf das Herzminutenvolumen, über dessen Veränderung sich keine klare Aussage machen läßt, sind alle Meßwerte nach der Blockade stark abgesunken.

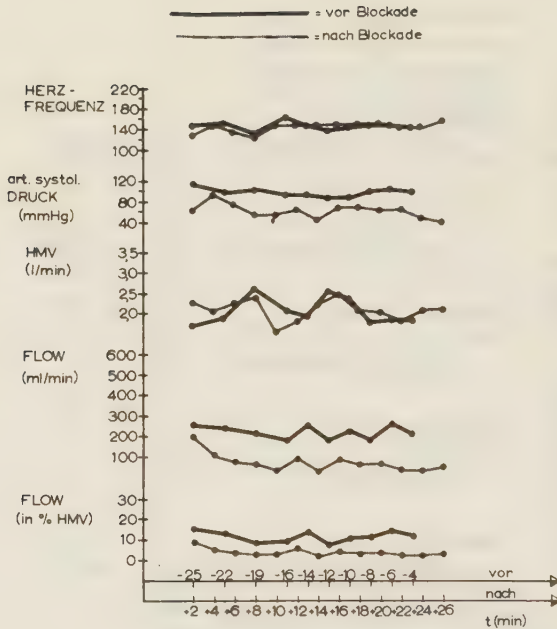


Abb.Nr. 9 : VERSUCHSTIER 8 . Verhalten der Meßwerte vor der Blockade (durchgezogene Linien) und danach (unterbrochene Linien). Bei Herzfrequenz und Herzminutenvolumen lassen sich keine Aussagen über Veränderungen machen. Arterieller systolischer Druck, Absolutdurchblutung der A.mesenterica sup. und prozentuale Durchblutung der A.mesenterica sup. vom Herzminutenvolumen sind dagegen nach der Blockade stark vermindert.

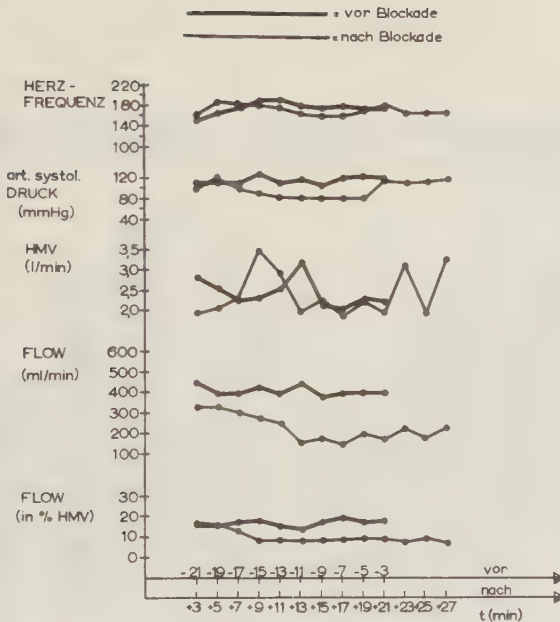


Abb.Nr. 10 : VERSUCHSTIER 9 . Gegenüberstellung der Meßergebnisse vor (durchgezogene Linien) und nach der Blockade des Plexus solaris (unterbrochene Linien). Herzfrequenz und Herzminutenvolumen haben sich nicht eindeutig verändert, dagegen zeigt sich eine mittelstarke Blutdrucksenkung und eine eindeutige Abnahme der Mesenterialdurchblutung nach der Blockade.

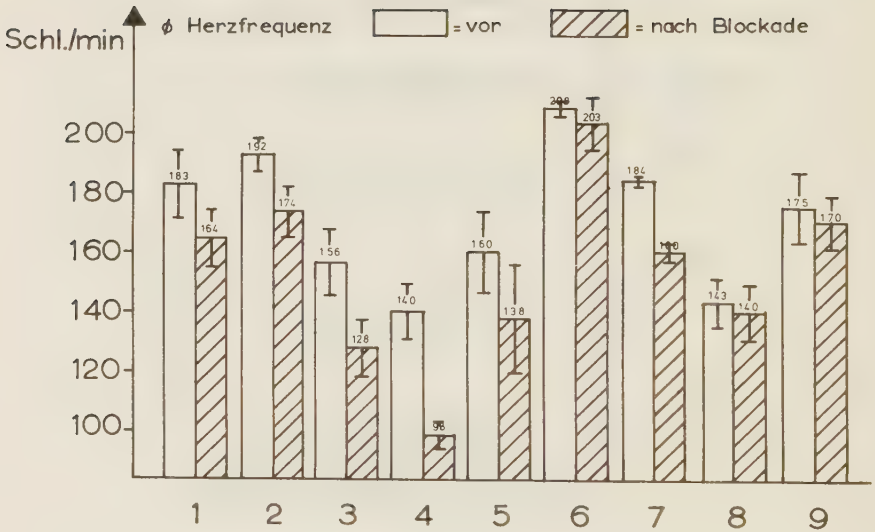


Abb.Nr. 11 : Darstellung der Mittelwerte der Herzfrequenz (und der Standardabweichungen) vor und nach Blockade des Plexus solaris für jeden der neun Versuche. Bei allen Versuchen (bis auf 6,8 und 9) zeigt sich eine deutliche Abnahme der Herzfrequenz nach der Blockade (n=9).

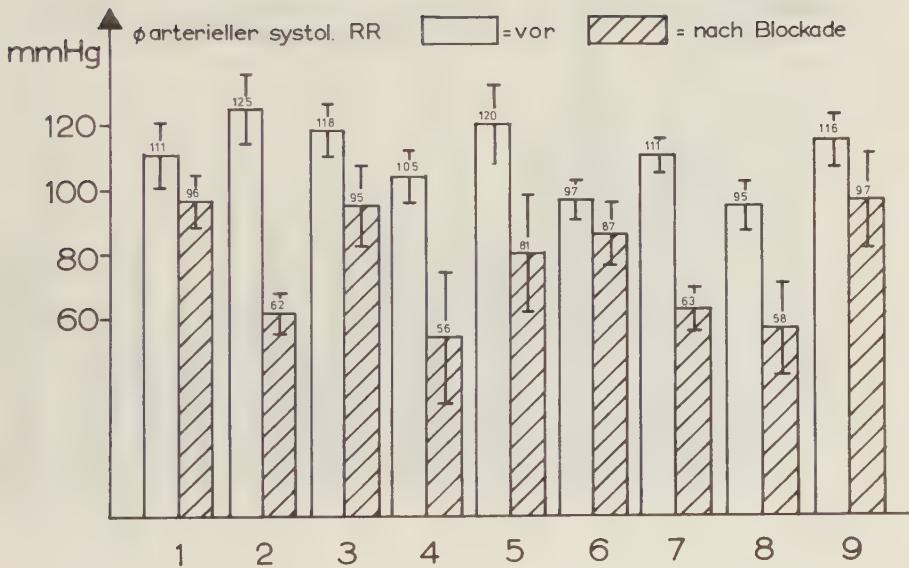


Abb.Nr. 12 : Veränderung der Mittelwerte des arteriellen systolischen Druckes nach der Blockade. Eingezeichnet sind die Standardabweichungen. Bei allen Versuchen ist eine mittelstarke bis starke Blutdruckabnahme festzustellen (n=9).

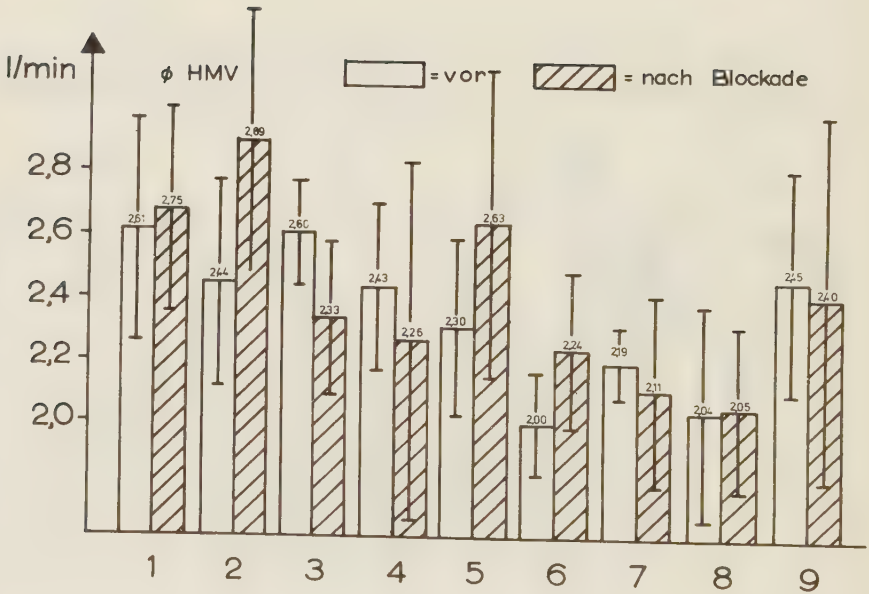


Abb.Nr. 13 : Verhalten der Mittelwerte des Herzminutenvolumens für die einzelnen Versuche vor und nach der Blockade. Die Standardabweichungen sind eingezeichnet. Es läßt sich keine klare Aussage über eine Zu- oder Abnahme des Herzminutenvolumens als Folge der Plexus solaris-anästhesie treffen (n=9).

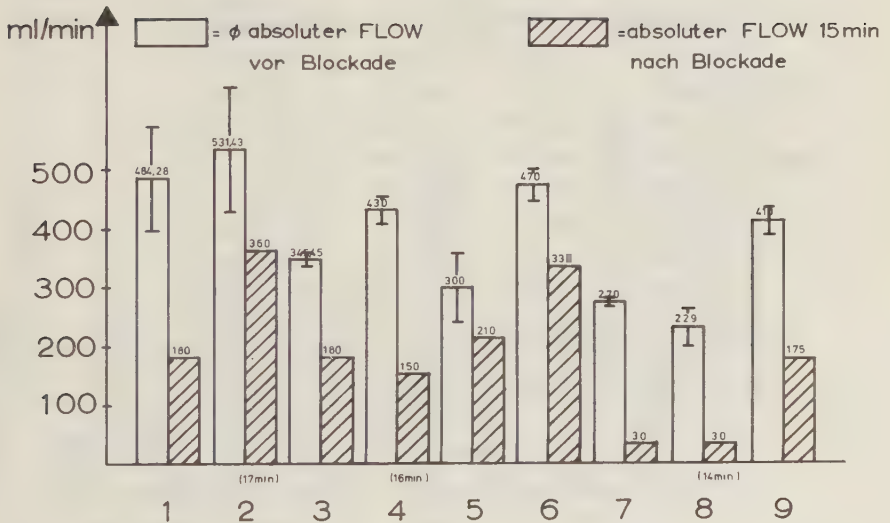


Abb.Nr. 14 : Verminderung der Absolutdurchblutung der A.mesenterica sup. infolge Plexus solaris-Blockade. Den Mittelwerten der Absolutdurchblutung vor der Blockade wurden die Werte 15 Minuten nach der Blockade gegenübergestellt. Bei allen neun Versuchen zeigt sich eine starke Abnahme der Durchblutung. Die Standardabweichungen sind eingezeichnet (n=9).

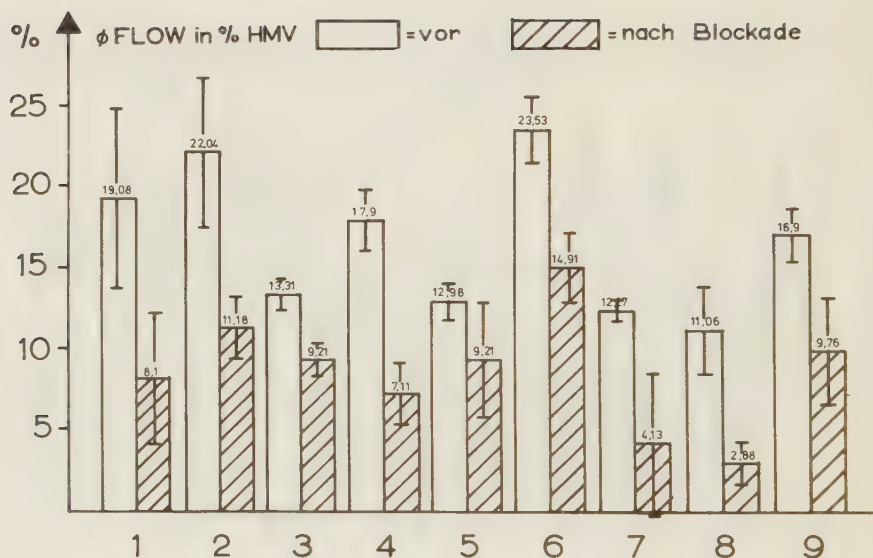


Abb.Nr. 15 : Abnahme der Durchblutung der A.mesenterica sup. ausgedrückt in Prozent des Herzminutenvolumens. Die Mittelwerte der einzelnen Versuche vor und nach Blockade sind einander gegenübergestellt. Die Standardabweichungen sind eingezeichnet. Auch hier sieht man bei allen Versuchen eine starke Durchblutungsabnahme nach Blockade des Plexus solaris (n=9).

Untersuchung ob die Differenz der Wertepaare der Herzfrequenz vor (Bed.A) und nach der Blockade (Bed.B) mehr als zufällig von Null verschieden ist

Nummer des Versuchstiers i	Variablenwert für		d_i	d_i^2
	Bed.A $x1_i$	Bed.B $x2_i$		
1	182,857	164,444	18,413	339,024
2	192,143	174,000	18,143	329,161
3	156,364	128,333	28,030	785,698
4	140,000	98,333	41,668	1736,114
5	160,000	137,813	22,187	492,285
6	208,333	203,333	5,000	25,000
7	184,286	160,000	24,286	589,795
8	143,500	139,615	3,885	15,091
9	175,500	170,000	5,500	30,250
			$\bar{d}=18,5678$	4342,418

t errechnet sich nach der Formel (22):

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \cdot \bar{d}^2}{n(n-1)}}}$$

Es ergibt sich $t = + 4,4750$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 1\%$ und $f=8$ Freiheitsgraden wird die Nullhypothese abgelehnt, wenn $t > \pm 3,36$ (22,137). Dies ist hier der Fall, somit unterscheidet sich die Differenz der Wertepaare signifikant von Null in positiver Richtung. (76)

Untersuchung ob die Differenz der Wertepaare des arteriellen systolischen Druckes vor(Bed.A) und nach der Blockade (Bed.B) mehr als zufällig von Null verschieden ist

Nummer des Versuchs- tiers i	Variablenwert für		d_i	d_i^2
	Bed.A x^1_i	Bed.B x^2_i		
1	110,714	96,111	14,603	213,251
2	125,000	62,500	62,500	3906,250
3	118,636	95,333	23,303	543,030
4	105,000	55,833	49,167	2417,364
5	120,000	81,250	38,750	1501,563
6	96,667	86,667	10,000	100,000
7	110,714	62,917	47,798	2284,611
8	94,500	57,692	36,808	1354,808
9	116,000	96,538	19,465	378,804
			$\bar{d}=33,5988$	12699,677

t errechnet sich nach der Formel (22):

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \cdot \bar{d}^2}{n(n-1)}}}$$

Für t ergibt sich $t = + 5,6572$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,1\%$ und $f=8$ Freiheitsgraden wird die Nullhypothese abgelehnt, wenn $t > \pm 5,04$ (22,137). Dies ist hier der Fall, somit unterscheidet sich die Differenz der Wertepaare signifikant von Null in positiver Richtung.(76)

Untersuchung ob die Differenz der Wertepaare des Herzminutenvolumens vor(Bed.A) und nach der Blockade(Bed.B) mehr als zufällig von Null verschieden ist

Nummer des Versuchstiers i	Variablenwert für		d_i	d_i^2
	Bed.A $x1_i$	Bed.B $x2_i$		
1	2,6079	2,7494	-0,1379	0,01952
2	2,4408	2,8925	-0,4517	0,20403
3	2,6031	2,3339	+0,2692	0,07247
4	2,4263	2,2612	+0,1651	0,02726
5	2,3048	2,6347	-0,3299	0,10883
6	1,9973	2,2455	-0,2482	0,06160
7	2,1952	2,1134	+0,0818	0,00669
8	2,4030	2,0517	-0,0087	0,00008
9	2,4529	2,4011	+0,0518	0,00268
			$\bar{d} = -0,0678$	0,50316

t errechnet sich nach der Formel (22):

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \cdot \bar{d}^2}{n(n-1)}}}$$

Es ergibt sich $t = -0,8475$

Für diesen Fall wird die Nullhypothese angenommen.
Es ist kein Unterschied nachzuweisen. (76)

Untersuchung ob die Differenz der Wertepaare der durchschnittlichen Absolutdurchblutung der *A.mesenterica* sup. in ml vor der Blockade (Bed.A) und der Absolutdurchblutung 15min(bzw.14,16,17min) nach der Blockade (Bed.B) mehr als zufällig von Null verschieden ist.

Nummer des Versuchs- tiers i	Variablenwert für		d_i	d_i^2
	Bed.A $x1_i$	Bed.B $x2_i$		
1	484,28	180,00	304,28	92 586,32
2	531,43	360,00	171,43	29 388,24
3	345,45	180,00	165,45	27 373,70
4	430,00	150,00	280,00	78 400,00
5	300,00	210,00	90,00	8 100,00
6	470,00	330,00	140,00	19 600,00
7	270,00	30,00	240,00	57 600,00
8	229,00	30,00	199,00	39 601,00
9	410,00	175,00	235,00	55 225,00
			$\bar{d}=202,795$	407 874,26

t errechnet sich nach der Formel (22):

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \cdot \bar{d}^2}{n(n-1)}}}$$

Es ergibt sich $t = + 8,857$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,1\%$ und $f=8$ Freiheitsgraden wird die Nullhypothese abgelehnt, wenn $t > \pm 5,04$ (22,137). Dies ist hier der Fall, somit unterscheidet sich die Differenz der Wertepaare signifikant von Null in positiver Richtung.(76)

Untersuchung ob die Differenz der Wertepaare des Durchschnittsflows der *A.mesenterica* sup. in % des HMV vor(Bed.A) und nach der Blockade(Bed.B) mehr als zufällig von Null verschieden ist

Nummer des Versuchstiers i	Variablenwert für		d_i	d_i^2
	Bed.A $x1_i$	Bed.B $x2_i$		
1	19,08	8,10	10,98	120,56
2	22,04	11,18	10,86	117,94
3	13,31	9,21	4,10	16,81
4	17,90	7,11	10,79	116,42
5	12,98	9,21	3,77	14,21
6	23,53	14,91	8,62	74,30
7	12,27	4,13	8,14	66,26
8	11,06	2,88	8,18	66,91
9	16,90	9,76	7,14	50,98
			$\bar{d}=8,065$	644,49

t errechnet sich nach der Formel (22):

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \cdot \bar{d}^2}{n(n-1)}}$$

Es ergibt sich $t = + 8,911$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,1\%$ und $f=8$ Freiheitsgraden wird die Nullhypothese abgelehnt, wenn $t > \pm 5,04$ (22,137). Dies ist hier der Fall, somit unterscheidet sich die Differenz der Wertepaare signifikant von Null in positiver Richtung. (76)

C. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die in meinen Untersuchungen festgestellte signifikante Durchblutungsabnahme der A.mesenterica superior nach Blockade des Plexus solaris scheint auf den ersten Blick ein überraschendes Ergebnis zu sein, da man erwarten sollte, daß nach einer Blockade sympathischer vasokonstriktorischer Fasern eine Vasodilatation und als deren Folge eine Mehrdurchblutung auftritt, wie dies etwa bei der Behandlung der essentiellen Hypertonie durch Sympathikusblockaden oder Sympathektomien erwünscht ist.

Über den zeitlichen Eintritt einer solchen Vasodilatation sind sich die meisten Autoren jedoch nicht einig. Die Angaben schwanken von einigen Sekunden (80) bis zu 60-80 Minuten (6) nach Unterbrechung der sympathischen vasokonstriktorischen Fasern. Brüning (17) bezeichnet die periarterielle Sympathektomie als die einzig 100%-ig sichere Methode, um immer eine Vasodilatation zu erreichen.

Als Ursachen für die aufgetretenen Durchblutungsabnahmen müssen verschiedene Faktoren in Betracht gezogen werden. So könnte eventuell sogar eine Vasokonstriktion der Arterie vorgelegen haben als Ausdruck einer Gegenregulation im Schock (36). Die bei allen Versuchstieren aufgetretenen Blutdruckabfälle scheinen für diese These zu sprechen, jedoch werden diese deutlichen Blutdrucksenkungen auch in der Klinik regelmäßig beobachtet (13,16,66,67,69,121,123). Sprung (123) sieht diese Blutdrucksenkungen

als Beweis für eine gelungene Blockade an.

Im Falle eines Schocks müßte eine Vasokonstriktion der A. mesenterica superior zu einer Durchblutungsabnahme bis auf 10-30% des Ausgangswertes führen (86). Da dies nur bei zwei der Versuchstiere (Nr. 7 und 8) und auch hier nur annähernd der Fall war, kann mit großer Wahrscheinlichkeit eine Vasokonstriktion infolge eines Schocks als Ursache der Durchblutungsabnahme ausgeschlossen werden.

Sehr wahrscheinlich lag eine Vasodilatation der A. mesenterica superior vor. Diese Vasodilatation im Versorgungsbereich des Plexus solaris - in den vorliegenden Untersuchungen durch die Messung der A. mesenterica superior-Durchblutung geschätzt - führte zu dem nachgewiesenen signifikanten systolischen Blutdruckabfall. Die Vasodilatation im oberen Abdomen war so ausgeprägt, daß wahrscheinliche Gegenregulationen in anderen Gefäßabschnitten den Blutdruckabfall nicht verhindern konnten.

Auffällig war ebenfalls, daß das Herzminutenvolumen nicht gesteigert wurde, um die Perfusionsminderung zu kompensieren.

Die in dieser Arbeit ermittelten Werte für das Verhältnis zwischen Mesenterialdurchblutung und Herzminutenvolumen entsprechen den Angaben anderer Autoren (2,4,18,26,63,108).

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen deutlich, daß eine Blockade des Plexus solaris nicht nur die regionale Durchblutung im Mesenterialbereich beeinflusst, sondern ebenfalls den systemischen Kreislauf.

Die Dauer der Minderdurchblutung nach Plexus solaris-Blockade wurde in dieser Arbeit nicht untersucht.

D. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund der vorliegenden eindeutigen tierexperimentellen Untersuchungen kann gefolgert werden, daß bei Plexus solaris-Blockaden am Menschen gleichartige kardiovaskuläre Veränderungen auftreten können. Dies muß besonders bei Patienten mit eingeschränkter kardialer Leistungsbreite berücksichtigt werden.

Der Blutdruckabfall in klinisch vertretbarem Ausmaß nach Plexus solaris-Blockade ist nicht zu therapieren. Bei Patienten muß jedoch - wie auch andere Autoren betonen (13,68,69,96,104) - mit hypotensiven Krisen gerechnet werden. Es müssen also alle Möglichkeiten zur Schockbehandlung und Reanimation bei solch eingreifenden Blockaden in greifbarer Nähe vorhanden sein.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Die Art und das Ausmaß der vaskulären Nebenwirkungen einer Plexus solaris-Blockade mit Mebivacain (1%; 5ml) wurde bei neun Hunden untersucht.

Die Durchblutung der A.mesenterica superior wurde gemessen mit Hilfe elektromagnetischer "flow-probes", das Herzminutenvolumen wurde durch die Thermodilutionsmethode bestimmt. Außerdem wurden der intraarterielle Blutdruck und die Herzfrequenz laufend registriert.

Da die Messungen vor und nach der Blockade jeweils am gleichen Versuchstier durchgeführt wurden, konnte die Auswertung mit dem t-Test für verbundene Stichproben erfolgen.

Es wurde geprüft, ob die Differenzen zwischen den Null-Werten und den Werten nach der Blockade mehr als zufällig von Null verschieden sind.

Bei allen Versuchstieren wurden statistisch signifikante Durchblutungsabnahmen in der A.mesenterica superior unmittelbar nach der Blockade festgestellt.

Es traten bei allen Versuchen signifikante mittelstarke bis starke Blutdrucksenkungen direkt nach der Blockade auf.

Die Herzfrequenz sank bei allen Versuchstieren nach der Blockade signifikant ab.

Das Herzminutenvolumen zeigte dagegen keine wesentlichen Veränderungen.

F. LITERATURÜBERSICHT

- 1 ADSON, A. W. Splanchnic Pain
Proc. Mayo Clin.
10 (1935) 623-624

- 2 APPEL, A. J., The Effects of Vasoactive
J. P. LINTERMANS, Drugs on Mesenteric Blood
G. L. MULLINS et al. Flow and Volume
Surg. Gynec. Obstet.
123 (1966) 755-764

- 3 ATLAS, L. N. Lumbar Sympathectomy in the
Treatment of Selected Cases
of Peripheral Arteriosclerotic
Disease
Am. Heart J. 22 (1941) 75-85
Am. Heart J. 23 (1942) 493-497

- 4 ATTINGER, E. O., Pressure-Flow-Relations in
H. SUGAWARA, Dog Arteries
A. NAVARRO et al. Circ. Res. 19 (1966) 230-246

- 5 BASMAJIAN, J. V. The Main Arteries of the Large
Intestine
Surg. Gynec. Obstet.
101 (1955) 585-591

- 6 BITTNER, W. Medikamentöse Therapie (Regi-
tin und Dilatol) im Vergleich
mit chirurgischer (Blockade
und Sympathektomie) bei Durch-
blutungsstörungen
Bruns Beitr. klin. Chir.
185 (1952) 1-17

- 7 BLACK, A. und
B. DWYER Coeliac Plexus Block.
Anesthesiology 2 (1974) 166

- 8 BLOCK, W. Sympathikusblockade bei akuten
Durchblutungsstörungen
Chirurg 17/18 (1947) 635-640

- 9 BLOCK, W. Mißerfolge nach Eingriffen am
Sympathikus bei Durchblutungs-
schäden der Gliedmaßen.
Bruno Beitr. klin. Chir.
179 (1950) 481-506

- 10 BLOCK, W. Beobachtungen am vegetativen
Nervensystem nach Eingriffen
am sympathischen Partner.
Acta neuroveg. 5 (1953a) 187-220

- 11 BLOCK, W. Labilitätsphase und Stabili-
sation des vegetativen Nerven-
systems nach Eingriffen am
Sympathikus.
Langenbecks Arch. klin. Chir.
273 (1953b) 726-738

- 12 BLOCK, W. Wandlungen und Fortschritte
in der Sympathikuschirurgie.
Langenbecks Arch. klin. Chir.
276 (1953c) 38-70

- 13 BONICA, J. J. The Management of Pain of
Malignant Disease with Nerve
Blocks.
Anesthesiology 15 (1954) 134-145

- 14 BOSTROM, B.,
W. BIRCKS und
H. KREUZER
Elektromagnetische Durchfluß-
messungen der Aorta ascendens
vor und nach Klappenersatz-
operationen.
Verh.Dtsch.Ges.Kreislaufforsch.
36 (1970) 80-84

- 15 BRAUN, H. und
A. LÄWEN
Die örtliche Betäubung
9. Aufl., Leipzig 1951

- 16 BRIDENBAUGH, L. D.,
D. C. Moore und
D. D. CAMPBELL
Management of Upper Abdominal
Cancer Pain. Treatment with
Celiac Plexus Block with Alcohol.
J.A.M.A. 190 (1964) 99-102

- 17 BRÜNING, F.
Das Problem der Gefäßinnervation.
Dtsch. Med. Wschr. 53 (1927) 962-963

- 18 BURNS, G. P. und
W. G. SCHENK
Intestinal Blood Flow in the
Conscious Dog.
Surg. Forum 18 (1967) 313-315

- 19 BURNS, G. P. und
W. G. SCHENK
Effect of Digestion and Exercise
on Intestinal Blood Flow and
Cardiac Output.
Arch. Surg. 98 (1969) 790-794

- 20 CANNON, J. A.
E. L. LOBPREIS,
G. HERROLD et al.
Experience with a New Elektro-
magnetic Flow-meter for Use in
Blood-flow Determinations in
Surgery.
Ann. Surg. 152 (1960) 635-647

- 21 CHEVALIER, P. A.,
K. C. WEBER,
J. C. ENGLE et al. Direct Measurements of Right
and Left Cardiac Output in a
Valsalva-like Maneuver in Dogs
Proc. Soc. Exp. Biol. Med.
139 (1972) 1429-1437
- 22 CLAUSS, G. und
H. EBNER Grundlagen der Statistik für
Psychologen, Pädagogen und
Soziologen
Frankfurt/Main und Zürich 1972
- 23 COLLIER, F. A.,
K. N. CAMPBELL,
B. M. HARRIS et al. The Early Results of Sympathec-
tomy in Far-advanced Arterio-
sclerotic Peripheral Vascular
Disease
Surgery 26 (1949) 30-40
- 24 CROSBY, E. C.,
T. HUMPHREY und
E. W. LAUER Correlative Anatomy of the
Nervous System
New York 1962
- 25 DALE, W. A. Splanchnic Block in the Treat-
ment of Acute Pancreatitis
Surgery 32 (1952) 605-614
- 26 DEDICHEN, H. und
W. G. SCHENK Cardiac Output and its Regional
Distribution in the Dog. Measure-
ment with the Electromagnetic
Flow-meter
J. Thorac. Cardiovasc. Surg.
61 (1971) 110-120
- 27 DENK, Splanchnicusanästhesie
Zbl. Chir. 47 (1920) 517

- 34 FEGLER, G. The Reliability of the Thermo-dilution Method for Determination of the Cardiac Output and the Blood Flow in Central Veins Quart. J. exp. Physiol. 42 (1957) 254-266
- 35 PICK, A. Über die Messung des Blutquantums in den Herzventrikeln Verh. phys.-med. Ges. Würzb. 1 (1870) 16
- 36 FINE, J. The Intestinal Circulation in Shock Gastroenterology 52 (1967) 454-460
- 37 FINSTERER, H. Die Methoden der Lokalanästhesie in der Bauchchirurgie und ihre Erfolge Berlin, Wien 1923
- 38 FINSTERER, H. Die Splanchnicusanästhesie bei großen Bauchoperationen Langenbecks Arch. klin. Chir. 131 (1924) 1-26
- 39 FINSTERER, H. Zur Bewertung der Splanchnicusanästhesie Zbl. Chir. 23 (1930) 1404-1408
- 40 FOLTS, J. D. Electronic Zero for Chronic Application of Electromagnetic Flow-probes J. appl. Physiol. 28 (1970) 237-241

- 41 FREEMAN, N. F.,
F. H. LEEDS und
R. E. GARDNER
Sympathectomy for Obliterative
Arterial Disease; Indications and
Contraindications
Ann. Surg. 126 (1947) 873-894
- 42 FRISIUS, H.,
D. BARCKOW und
H. HEIDRICH
Bestimmung von Herzzeitvolumina
im steady-state bei bewußtlosen
Patienten mit Hilfe der Thermodilu-
tionsmethode im Dauermeßverfahren
Z. Kreislaufforsch. 59 (1970) 933-941
- 43 FUNOVICS, J. und
E. WOJNER
Experimentelle Untersuchungen zur
funktionellen Insuffizienz der
Arteria mesenterica superior
Langenbecks Arch. klin. Chir.
330 (1971) 159-173
- 44 GAETHGENS, P. A. L.
Pulsatile Pressure and Flow in
the Mesenteric Vascular Bed of
the Cat
Pflügers Arch. 316 (1970) 140-151
- 45 GANZ, W.,
R. DONOSO,
H. MARCUS et al.
A New Technique for Measurement
of Cardiac Output by Thermodilution
in Man
Am. J. Cardiol. 27 (1971) 392-396
- 46 GANZ, W. und
H. J. C. SWAN
Measurement of Blood Flow by
Thermodilution
Am. J. Cardiol. 29 (1972) 241-246

- 47 GAZA, W. von Die Resektion der paravertebralen Nerven und die isolierte Durchschneidung des Ramus communicans. Zugleich ein Beitrag zur Behandlung der vegetativen Neurosen innerer Organe
Langenbecks Arch. klin. Chir.
133 (1924) 479-500
- 48 GEBER, W. F. Quantitative Measurement of Blood Flow in Various Areas of Small and Large Intestine
Am. J. Physiol. 198 (1960) 985-986
- 49 GERBERSHAGEN, H. U.,
H. A. BAAR und
R. FREY Schmerzlinik. Eine Möglichkeit interdisziplinärer Zusammenarbeit.
Druck Institut für Anästhesiologie der Universität Mainz 1972
- 50 GERNANDT, B. und
Y. ZOTTERMANN Intestinal Pain: An Electrophysiological Investigation on Mesenteric Nerves
Acta Physiol. Scand.
12 (1946) 56-72
- 51 GIBBS, D. F.,
G. GRAINGER und
A. F. ROGERS An Elektromagnetic Flowmeter
J. Physiol. 221 (1972) 4P-5P
- 52 GLASSER, S. T. Lumbar Sympathectomy for Peripheral Vascular Diseases of the Lower Extremity
J. Int. Coll. Surg.
18 (1952) 548-554

- 53 GOODYER, A. V. N., Thermal Dilution Curves in the
A. HUVOS Intact Animal
W. F. ECKHARDT et al. Circ. Res. 7 (1959) 432-441
- 54 GREWE, H. E. Experimenteller Beitrag zur Frage
der Therapie und der Todesursache
bei der akuten hämorrhagischen
Pankreasnekrose
Zbl. Chir. 22 (1950) 1537-1542
- 55 GRIGOR'EVA, T. A. The Innervation of Blood Vessels
New York, Oxford, London, Paris, 1962
- 56 HABERER, von Splanchnicusanästhesie
Zbl. Chir. 47 (1920) 517
- 57 HAHNLOSER, P., Neuere experimentelle Ergebnisse
G. P. BURNS, der Durchblutungsänderungen in der
N. G. KOCH et al. Arteria mesenterica superior
Schweiz. Med. Wschr.
100 (1970) 1240-1242
- 58 HAMILTON, W. F. Studies on the Circulation. IV.
J. W. MOORE, Further Analysis of the Injektion
J. M. KINSMAN et al. Method, and of Changes in Hemody-
namics under Physiological and
Pathological Conditions
Am. J. Physiol. 99 (1932) 534-551
- 59 HAUMANN, R. L. Effect of Celiac Blockade on
Intestinal Resistance and Critical
Closing Pressure during Endotoxin
Shock
Surgery 64 (1968) 785-790

- 60 HEIMBURG, P.,
P. KADELBACH,
K. KOCHSIEK et al. Vergleichende Untersuchungen zwischen
dem Kälte-und dem Farbstoffver-
dünnungsverfahren (Der Einfluß ein-
zelner Herzfehler auf die Bestimmung
des Herzzeitvolumens)
z. Kreislaufforsch.
53 (1964) 1230-1245
- 61 HELLER, Splanchnicusanästhesie
Zbl. Chir. 47 (1920) 517
- 62 HOLT, J. P. Symposium on Measurement of Left
Ventricular Volume. Part II.
Indicator Dilution Methods: Indi-
cators, Injektion, Sampling and
Mixing Problems in Measurement of
Ventricular Volume
Am. J. Cardiol. 18 (1966) 208-222
- 63 HORVATH, S. M.,
T. KELLY,
G. E. TOLZ et al. Measurement of Blood Volumes in the
Splanchnic Bed of the Dog
Am. J. Physiol. 189 (1957) 573-575
- 64 HOSIE, K. F. Thermal Dilution Technics
Circ. Res. 10 (1962) 491-504
- 65 HOUDAS, Y.,
G. LEMAIRE-DELSOL,
J. Y. KETELERS et al. Validité de l'emploi de la thermo-
dilution pour la mesure du débit
coronaire
Arch. Mal. Coeur 63 (1970) 1088-1105
- 66 KAPPIS, M. Erfahrungen mit Lokalanästhesie
bei Bauchoperationen
Verh. Dtsch. Ges. Chir.
43 (1914) 87-89

- 74 KOLIN, A. An Electromagnetic Flowmeter.
Principle of the Method and its
Application to Bloodflow Measurements
Proc. Soc. Exp. Biol. Med.
35 (1936) 53-56
- 75 KOLIN, A. Electromagnetic Blood Flow Meters
Science 130 (1959) 1088-1097
- 76 KOLLER, S. Neue graphische Tafeln zur Beur-
teilung statistischer Zahlen (4.Aufl.)
Darmstadt 1969
- 77 KREUZER, H.,
B. BOSTROEM und
F. LOOGEN Die Anwendung der Thermoinjektions-
methode. in der Diagnostik der
Herzfehler
Dtsch. Med. Wschr. 86 (1961) 1761-1766
- 78 KUNTZ, A. The Autonomic Nervous System
Philadelphia 1953
- 79 LANGLEY, J. N. Das sympathische und verwandte
nervöse System der Wirbeltiere
Ergebn. Physiol. 2 (1903) 818-872
- 80 LERICHE, R. und
R. FONTAINE Technique de l'infiltration novo-
cainique du sympathique lombaire
Presse méd. 42 (1934) 1843
- 81 LERICHE, R. Chirurgie des Schmerzes
Leipzig 1958

- 82 LEWIS, J. D.,
G. E. DICKSON,
T. N. NEEDHAM et al. A Comparative Study of Elektro-
magnetic and Ultrasonic Flow
Measurements
Br. J. Surg. 58 (1971) 306-307
- 83 LINDGREN, P. The Autonomic Nervous System and
the Peripheral Circulation
Int. Anesthesiol. Clin.
7 (1969) 215-237
- 84 LÖFSTRÖM, B. und
S. ZETTERQUIST The Effect of Lumbar Sympathetic
Block Upon the Nutritive Blood Flow
Capacity in Intermittent Claudication
A Metabolic Study
Acta Med. Scand. 182 (1967) 23-39
- 85 LOMBARDI, M. H. Radioisotopic Blood Volume and
Cardiac Output in Dogs
Am. J. Vet. Res. 33 (1972) 1825-1834
- 86 LONGERBEAM, J. K.,
R. C. LILLEHEI,
W. R. SCOTT et al Visceral Factors in Shock
J. A. M. A. 181 (1962) 878-883
- 87 MANDL, F. Neuere zur Chirurgie des Sympathikus
Wien. klin. Wschr. 60 (1948) 57-60
- 88 MANDL, F. Erklärungsversuche etwaiger Miß-
erfolge nach Sympathikusoperationen
Wien. med. Wschr. 100 (1950) 643-646

- 89 MEIER, P. und
K. L. ZIERLER • On the Theory of the Indicator-
Dilution Method for Measurement
of Blood Flow and Volume
J. appl. Physiol. 6 (1954) 731-744
- 90 MEISNER, H. und
K. MESSMER Die elektromagnetische Messung der
Blutströmung
Z. Kreislaufforsch. 58 (1969) 307-319
- 91 MÜLLER, F. W. Untersuchungen über die Topogra-
phie der Rumpfeingeweide
Z. Anat. Entwickl.-Gesch.
88 (1928) 265-376
- 92 MÜLLER, W. Leistungsbilanz der lumbalen
Grenzstrangblockade
Dtsch. Gesundh.-Wes.
2 (1947) 689-694
- 93 NAHOR, A.,
J. MILLIKEN,
R. MINTON et al. Technique of Celiac Blockade for
Relief of Splanchnic Ischemia
J. A. M. A. 192 (1965) 104-106
- 94 NAHOR, A.,
J. MILLIKEN und
J. FINE Effect of Celiac Blockade and Diben-
zylidine on Traumatic Shock Following
Release of Occluded Superior
Mesenteric Artery
Ann. Surg. 163 (1966) 29-34
- 95 NOER, R. J. The Blood Vessels of the Jejunum
and Ileum. A Comparative Study of
Man and Certain Laboratory Animals
Am. J. Anat. 73 (1943) 293-334

- 96 OCHSNER, A. Splanchnic Block in Treatment of
Acute Pancreatitis
Int. Anesthesiol. Clin.
1 (1963) 633-637
- 97 OLSSON, B., Validity and Reproducibility of
J. POOL, Determination of Cardiac Output
P. VANDERMOTEN et al. by Thermodilution in Man
Cardiology 55 (1970) 136-148
- 98 PALMERIO, C., Denervation of the Abdominal
B. ZETTERSTROM, Viscera for the Treatment of
J. SHAMMASH et al. Traumatic Shock
New Engl. J. Med. 269 (1963) 709-716
- 99 PAVEK, K., Measurement of Cardiac Output by
D. BOSKA und Thermodilution with Constant
F. V. SELECKY Rate Injection of Indicator
Circ. Res. 15 (1964) 311-319
- 100 PETERSON, L. H., Measurement of Left Ventricular
M. HELRICH, Output
L. GREENE et al. J. appl. Physiol. 7 (1954) 258-270
- 101 PETREN, T. Die Arterien und Venen des Duodenum
und des Pankreaskopfes beim Menschen
Z. Anat. Entwickl.-Gesch.
90 (1929) 234-277
- 102 PHILLIPS, C. M., Measurement of Cardiac Output by
J. C. DAVILA und Thermal Dilution. A New Computer
M. E. SANMARCO for Rapid Convenient Determinations
Med. Res. Eng. 9 (1970) 25-29

- 103 PINAKATT, T. H. und
A. W. RICHARDSON Distribution of Cardiac Output
in Dogs
Am. J. Physiol. 213 (1967) 905-907
- 104 QUIMBY, C. W. Intercostal and Celiac Plexus Block
for Abdominal Surgery in the Poor
Risk Patient
J. Arkansas Med. Soc. 68 (1972) 266-270
- 105 RAPAPORT, E. und
S. G. KETTERER The Measurement of Cardiac Output
by the Thermodilution Method
Clin. Res. 6 (1958) 214
- 106 RAPAPORT, E. Usefulness and Limitations of
Thermal Washout Technics in
Ventricular Volume Measurement
Am. J. Cardiol. 18 (1966) 226-233
- 107 RAY, B. S. und
C. L. NEILL Abdominal Visceral Sensation in Man
Ann. Surg. 126 (1947) 709-724
- 108 RODING, B. und
W. G. SCHENK Mesenteric Blood Flow after
Hemorrhage in Anesthetized and
Unanesthetized Dogs
Surgery 68 (1970) 857-861
- 109 RUSHMER, R. F.,
D. L. FRANKLIN,
R. L. VAN CITTERS et al. Changes in Peripheral Blood Flow
Distribution in Healthy Dogs
Circ. Res. 9 (1961) 675-687
- 110 SALGADO, C. R. und
P. M. GALLETTI In Vitro Evaluation of the Thermo-
dilution Technique for the Measure-
ment of Ventricular Stroke Volume
and End-Diastolic Volume
Cardiologia 49 (1966) 65-78

- 111 SCHEININ, T. M. und
M. V. INBERG
Vagotomy and Mesenteric Blood
Flow in the Dog
Ann. Med. Exp. Fenn.
45 (1967) 381-383
- 112 SCHENK, W. G. und
H. DEDICHEN
Electronic Measurement of Blood
Flow
Am. J. Surg. 114 (1967) 111-118
- 113 SCHER, A. M.,
J. ZEPEDA und
O. F. BROWN
Square-wave Electromagnetic Flow
Meter Employing Commercially
Available Recorder
J. appl. Physiol. 18 (1963) 1265-1267
- 114 SCOTT, W. J. M. und
J. J. MORTON
Sympathetic Inhibition of the Large
Intestine in Hirschsprung's Disease
J. Clin. Invest. 9 (1931) 247-262
- 115 SHANBOUR, L. L.,
E. TREAT,
H. B. ULANO et al.
Effects of Quabain on Mesenteric
Hemodynamics in Dogs and Monkeys
Fed. Proc. 30 (1971) 502
- 116 SHANBOUR, L. L. und
D. PARKER
Effects of Dopamine and Other Cate-
cholamines on the Splanchnic Circu-
lation
Canad. J. Physiol. Pharmacol.
50 (1972) 594-602
- 117 SILOJE, E. D.,
T. CANTEZ und
B. G. WELLS
Thermodilution Measurement of Left
and Right Ventricular Outputs
Cardiovasc. Res. 5 (1971) 174-177

- 118 SINGH, R.,
A. J. RANIERI,
H. R. VEST et al. Simultaneous Determinations of Cardiac Output by Thermal Dilution, Fiber-optic and Dye-Dilution Methods
Am. J. Cardiol. 25 (1970) 579-587
- 119 SLAMA, H. und
J. PIIPER Direktanzeigendes Rechengerät zur Bestimmung des Herzminutenvolumens mit der Thermoinjektionsmethode
Z. Kreisl.-Forsch. 53 (1964) 322-328
- 120 SONNVELAND, J.,
B. J. ANSON und
L. E. BEATON Surgical Anatomy of the Arterial Supply to the Colon from the Superior Mesenteric Artery Based upon a Study of 600 Specimen
Surg. Gynec. Obstet. 106 (1958) 385-398
- 121 SOUSA PEREIRA, A., DE Blocking of the Splanchnic Nerves and the First Lumbar Sympathetic Ganglion
Arch. Surg. 53 (1946) 32-76
- 122 SPIECKERMANN, P. G. und Vereinfachte quantitative Auswertung von Indikatorverdünnungskurven
H. J. BRETSCHNEIDER
Arch. Kreisl.-Forsch. 55 (1968) 211-282
- 123 SPRUNG, H. B. Grundlagen der Sympathikuschirurgie
Dresden und Leipzig 1951
- 124 STEIN, P. D. Velocity and Flow Measurements by Electromagnetic Techniques
Am J. Cardiol. 29 (1972) 401-407

- 125 STEWART, G. N. Researches on the Circulation Time and on the Influences which Affect it. IV: The Output of the Heart J. Physiol. 22 (1897) 159-183
- 126 TAKATS, G., DE The Effects of Sympathectomy on Peripheral Vascular Disease Surgery 2 (1937) 46-60
- 127 TAKATS, G., DE und L. E. WALTER The Treatment of Pancreatic Pain by Splanchnic Nerve Section Surg. Gynec. Obstet. 85 (1947) 742-744
- 128 TIBBLIN, S., G. P. BURNS, P. B. HAHNLOSER et al. The Influence of Vagotomy on Superior Mesenteric Artery Blood Flow Surg. Gynec. Obstet. 129 (1969) 1231-1234
- 129 TIBBLIN, S., N. G. KOCK und W. G. SCHENK Response of Mesenteric Blood Flow to Glucagon. Influence of Pharmacological Stimulation and Blockade of Adrenergic Receptors Arch. Surg. 102 (1971) 56-70
- 130 TÖNDURY, G. Angewandte und topographische Anatomie Stuttgart 1970
- 131 TRIMBLE, I. R. und S. MORRISON Treatment of Intractable Pain of Visceral Origin J. A. M..A. 148 (1952) 1184-1188
- 132 VATNER, S. F., D. FRANKLIN und R. L. VAN CITTERS Mesenteric Vasoactivity Associated with Eating and Digestion in the Conscious Dog Am. J. Physiol. 219 (1970) 170-174

- 133 VATNER, S. F.,
D. FRANKLIN und
R. L. VAN CITTERS Simultaneous Comparison and Calibration of the Doppler and Electromagnetic Flowmeters
J. appl. Physiol. 29 (1970) 907-910
- 134 VETTER, G. und
E. LESCHKA Die Splanchnicusblockade als Prophylaxe der postoperativen Pankreatitis
Chirurg 3 (1966) 115-116
- 135 VIDT, D. G.,
G. HANUSEK,
J. F. SCHIEVE et al. Spontaneous Variability of Cardiac Output in Dogs
Am. J. Physiol. 181 (1955) 337-340
- 136 WARREN, K. W. The Control of Acute and Chronic Pancreatic Pain
Surg. Clin. North. Am.
30 (1950) 873-883
- 137 WEBER, E. Grundlagen der biologischen Statistik
Jena 1961
- 138 WESSEL, H. U.,
M. H. PAUL,
G. W. JAMES et al. Limitations of Thermal Dilution Curves for Cardiac Output Determination
J. appl. Physiol. 30 (1971) 643-652
- 139 WETTERER, E. Eine neue Methode zur Registrierung der Blutströmungsgeschwindigkeit am uneröffneten Gefäß
Z. Biol. 98 (1937) 26-36
- 140 WETTERER, E. Flowmeters: Their Theory of Construction and Operation. In: Handbook of Physiology (HAMILTON & DOW, Editors)
Washington 1963, Kap. 38

- 141 WHITE, J. C. und
R. H. SMITHWICK The Autonomic Nervous System
New York, 1946
- 142 WILDEGANS, H. Zur Entstehung, Diagnose und Behand-
lung der akuten Pankreasnekrose
Dtsch. Med. Wschr. 76 (1951) 1458-1467
- 143 WILSON, J. M. und
P. A. EBERT Hemodynamic Effects of Superior
Mesenteric Artery Occlusion: A
Comparison in Anesthetized and
Unanesthetized Dogs
Ann. Surg. 175 (1972) 214-222

LEBENS LAUF

Ich, Wolfgang Mayer, bin am 29.11.1948 als Sohn des Bauingenieurs Hans-Joachim Mayer und seiner Ehefrau Hildegard geb. Bubel in Ludwigshafen am Rhein geboren. Von Ostern 1955 bis Ostern 1959 besuchte ich die Volksschule in Ludwigshafen. Anschließend wechselte ich nach bestandener Aufnahmeprüfung auf das Carl-Bosch-Gymnasium über (Staatl.mathemat.-naturwiss. und neusprachl. Gymnasium), wo ich im Juni 1967 das Abitur bestand.

Zum Sommersemester 1968 wurde ich zum Studium der Zahnheilkunde an der Johannes-Gutenberg Universität in Mainz zugelassen. Nachdem ich im Frühjahr 1969 die naturwissenschaftliche und im Herbst 1971 die zahnärztliche Vorprüfung bestanden hatte, legte ich im Sommer 1974 mit Erfolg mein Staatsexamen ab und erhielt am 8.8.1974 die Approbation als Zahnarzt.

Anschließend arbeitete ich an meiner Dissertationsarbeit und bin seit April 1975 in Sursee in der Schweiz als Zahnarztassistent tätig.



Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor
Dr. H. U. GERBERSHAGEN, Leitender Oberarzt
im Institut für Anästhesiologie für die
Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Herrn Dr. BAAR danke ich für seine Hilfe bei
der Vorbereitung der Versuchsreihen.

Weiterhin möchte ich die tatkräftige Unter-
stützung des Herrn D. MÜLLER, Elektromeister
im Institut für Anästhesiologie, bei der
Lösung technischer Probleme besonders hervor-
heben.

